



(21) Aktenzeichen: 197 02 521.8-44  
(22) Anmeldetag: 24. 1. 97  
(43) Offenlegungstag: —  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 12. 3. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Agro Drisa GmbH Recycling von elektronischen  
Geräten Dresden, 01326 Dresden, DE

(74) Vertreter:

Heyner, K., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.habil., Pat.-Anw., 01189  
Dresden

(72) Erfinder:

Bönisch, Helmut, Dr., 01477 Arnsdorf, DE; Bracher,  
Peter, Dr.-Ing., 01612 Diesbar-Seußlitz, DE;  
Augustin, Jürgen, Dipl.-Ing., 01844 Naustadt, DE;  
Holz, Jürgen, Dr.-Ing., 01219 Dresden, DE; Wegner,  
Thomas, Dipl.-Ing., 01478 Weixdorf, DE; Bortmann,  
Gerhard, 01326 Dresden, DE; Boschke, Elke,  
Dr.rer.nat, 01705 Freital, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 195 14 931 A1

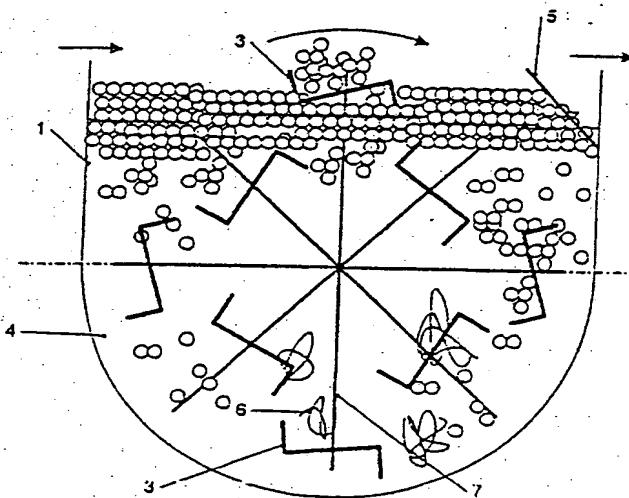
(54) Vorrichtung zur intensivierten biologischen Abwasseraufbereitung

(57) Beschrieben wird eine Vorrichtung zur intensivierten biologischen Abwasseraufbereitung mit frei beweglichen Aufwuchstauchkörpern in Kombination mit Mischeneinrichtungen und Belüftung. Es werden frei bewegliche Aufwuchstauchkörper für die Immobilisation von spezifischen Mikroorganismen in bestimmten Zonen für die Abwasserbehandlung eingesetzt.

Die Erfindung zeichnet sich gegenüber bekannten Vorrichtungen dadurch aus, daß die Intensivierung des Klärprozesses mit zusätzlichen frei beweglichen, schwebenden Aufwuchstauchkörpern erreicht wird und deren anteilige Sauerstoffversorgung durch eine spezielle Mischeneinrichtung beim Auftauchen an die Atmosphäre zusätzlich zur feinblasigen Belüftung erfolgt.

Durch kombinatorische Nutzung der spezifischen Reinigungsleistung von suspendierten und sessilen Mikroorganismen auf speziellen, immobilisierenden Aufwuchsflächen wird eine Verringerung des Raum- und Flächenbedarfes der Gesamtanlage erzielt.

In der erfindungsgemäßen Anlage werden das Belebtschlammverfahren und das Verfahren mit frei beweglichen Aufwuchstauchkörpern kombiniert. Im Abwasserbehandlungsbecken (1) sind frei bewegliche Aufwuchstauchkörper (2) als Biofilmträger mit aktiver Oberfläche für die Immobilisation von spezifischen Mikroorganismen in Verbindung mit geeigneten Mischeneinrichtungen (7) mit zusätzlicher Schöpfwirkung und Belebtschlammanteil (6) eingebracht. Das Abwasserbehandlungsbecken (1) wird vom Abwasser (4) durchströmt und enthält eine ...



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur intensivierten biologischen Abwasseraufbereitung mit frei beweglichen Aufwuchstauchkörpern in Kombination mit Mischteinrichtungen und Belüftung. Es werden frei bewegliche Aufwuchstauchkörper mit besiedlungsfreundlicher Oberfläche für die Immobilisation von spezifischen Mikroorganismen im Abwasserbereich eingesetzt.

Für die Reinigung von Abwässern in Kläranlagen werden verschiedene Verfahren angewandt. Bekannt sind das Belebtschlammverfahren ohne künstliche oder zusätzliche Aufwuchsflächen und eine Reihe von Verfahren, die Aufwuchsflächen gezielt in den Reaktoren einsetzen. Der Einsatz der sogenannten Trägerbiologie ist nötig, um die Klärprozesse zu intensivieren.

Dazu sind Tropfkörperverfahren, Tauchkörperverfahren, Festbettreaktoren und der Einsatz von frei beweglichen Aufwuchstauchkörpern bekannt. Diese Reaktoren werden auch als Biofilmreaktoren bezeichnet.

Die Vor- und Nachteile der Verfahren sind in DD 2 85 333 A5 beschrieben. In der zitierten Schrift wird ein Verfahren unter Einsatz von frei beweglichen Aufwuchsträgern vorgeschlagen, welches mit schwimmenden Aufwuchstauchkörpern arbeitet, die zu 1/3 bis 2/3 über die Wasseroberfläche hinausragen. Für die Durchmischung und Benetzung der Aufwuchstauchkörper sorgt eine Welle in horizontaler Lage mit scheibenförmigen Körpern, insbesondere in Form einer Förderschnecke.

Ausgestaltungen von Tauchkörperverfahren sind vielgestaltig und in EP 29 19 221, EP 0 198451 und in EP 0 385 011 beschrieben. Diesen Verfahren ist gemeinsam, daß sie einen rotierenden Tauchkörper besitzen, dessen Achse horizontal angeordnet ist. In der WO 92/01636 ist ein Verfahren beschrieben, welches in verschiedenen, räumlich voneinander getrennten Stufen nach dem Tauchkörperverfahren arbeitet.

In der Schrift WO 93/22244 ist ein Tauchkörperverfahren beschrieben, welches innerhalb von abgegrenzten Zonen des Rotationskörpers die Tauchkörper als frei bewegliche Aufwuchsträger beinhaltet.

Mit in einem Rotationskörper eingeschlossenen Aufwuchstauchkörpern arbeitet auch die Lösung in WO 86/05770.

Ein ähnliches Verfahren wird in EP 32 38 366 vorgeschlagen, hier sind die Aufwuchsträger in Kammern festbettähnlich angeordnet und das rotierende Festbett ist wechselweise von Luft und Abwasser durch den veränderlichen Pegel des Abwassers umgeben. Weiterhin ist die Trennung in verschiedene Zonen beschrieben und auch apparativ vorgegeben.

Die Kompaktierung der Aufwuchsflächen von Tauchkörperanlagen in den kritischen Zonen bewirkt Funktionsstörungen bei der Durchmischung und Abscheidung und führt zu einer Reduzierung der Reinigungsleistung und ist als Nachteil der Trägerfixierung zu nennen. Bei dicken Biofilmen ist die Diffusion begrenzt und die Verstopfungsgefahr der Träger groß. Die Abbauprozesse sind dann schwer steuerbar.

Deshalb werden konventionelle Belebtschlammverfahren trotz des hohen Flächenbedarfs am häufigsten realisiert.

Weitere wichtige Kriterien für die Effektivität von Klärprozessen, sind die Durchmischung und der Lufteintrag beim Prozeß. Dafür werden ebenfalls verschiedene Lösungen beschrieben. In DE 42 38 912 A1 wird

die Konstruktion eines Rotationssystems vorgeschlagen, durch welches auf einfache Art und Weise Turbulenzen und Lufteintrag ermöglicht werden.

Bereits angesprochen wurden die verschiedenen Abbaureaktionen mit ihren unterschiedlichen Abbaubedingungen und damit verbunden, den spezifischen Reaktionszonen. Die zonale Trennung von Phosphor und Stickstoffelimination wird beispielsweise in DE 44 09 435 beschrieben.

Es gibt Ansätze, die Vorteile verschiedener Verfahren zu verbinden, zum Beispiel die des Tauchkörperverfahrens und der Belebtschlammverarbeitung. Ein solches Verfahren ist als Stählermatic-Verfahren bekannt. Die Kombination von Vorteilen ist nötig, um steigenden Anforderungen an Einleitwerten von Abwässern gerecht zu werden und dem Tatbestand Rechnung zu tragen, daß räumliche Erweiterungen der Kläranlagen aus Kosten und Platzgründen meist nicht möglich sind.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfolg die Aufgabe zu Grunde, eine Intensivierung des Klärprozesses durch einen maximalen Anteil gut verteilter und verstopfungsfreier Bewuchsflächen im Belebungsbecken bei energetisch optimierter Belüftung zu erreichen.

Die Raumausnutzung innerhalb der Vorrichtung zur biologischen Reinigung soll dabei erhöht werden. Gleichzeitig soll der Energiebedarf für die Belüftung gegenüber bekannten Einrichtungen des Belebtschlammverfahrens verringert werden. Eine weitere Aufgabe ist die Erhöhung der Verfahrensstabilität gegenüber getauchten und belüfteten Festbetten, ohne jedoch den hohen apparativen Aufwand von Rotationstauchkörpern zu benötigen.

Darüber hinaus soll die Vorrichtung die Ausnutzung der spezifischen Reinigungsleistung unterschiedlicher Populationen von Mikroorganismen in verschiedenen Zonen der Vorrichtung und bei Ansiedlung spezieller Mikroorganismen insbesondere für den Ammoniumabbau gestatten.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist in Patentanspruch 1 angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Konzeption geht von einer Kombination von Vorrichtungselementen für das Belebtschlammverfahren mit feinblasiger Belüftung, sowie für das Verfahren mit frei beweglichen Aufwuchstauchkörpern und einer speziellen Mischseinrichtung aus.

Im Abwasserbehandlungsbecken sind frei bewegliche Aufwuchstauchkörper als Biofilmträger mit aktiver Oberfläche für die Immobilisation von spezifischen Mikroorganismen in Kombination mit suspendierten Belebtschlammflocken eingebracht und erhöhen die Konzentration von biologisch aktiven Mikroorganismen gegenüber einem Becken mit ausschließlich suspendiertem Belebtschlamm.

Das Abwasserbehandlungsbecken wird vom Abwasser durchströmt und enthält eine Rückhaltevorrichtung für die frei beweglichen Aufwuchstauchkörper.

Durch mechanische Einwirkungen einerseits und biologischen Aufwuchs andererseits wird eine Biofilmstärke auf den Aufwuchsträgern angestrebt, die ein günstiges Verhältnis von Oberfläche und Belüftungsintensität ermöglicht, wobei Aufwuchs und Ablösen bzw. Abrieb in ein Gleichgewicht gebracht wird, das einen optimalen Stofftransport in relativ dünnen Biofilmen und eine relative Gleichverteilung der immobilisierten Mikroorganismen auf den Bewuchsflächen erzielt.

Die Bewegung der Mischseinrichtung begrenzt das

Dickenwachstum des Biofilms auf den frei beweglichen Aufwuchstauchkörpern mit Hilfe der mechanischen Beanspruchung der relativ zueinander bewegten Aufwuchstauchkörper infolge Turbulenz und Abrieb und sorgt somit für die Optimierung von Stofftransport, Sauerstoffversorgung und Abbauleistung.

Durch den erfundungsgemäßen Aufbau der Anlage gemäß Anspruch 1 werden die wirksamen Bewuchsflächen bei verbesserten Besiedlungsbedingungen für spezielle Mikroorganismen vergrößert. Das wird durch den Einsatz spezieller Materialien für die Aufwuchstauchkörper, wie Xylith und HDPE-REC, siehe Anspruch 2 und 3, realisiert.

Durch die spezielle Mischeinrichtung, bestehend aus strahlenförmig angeordneten Trägern mit an diesen Trägern vorgesehenen Paddeln, findet sowohl eine relative Gleichverteilung der schwebenden Aufwuchstauchkörper in den gewünschten Zonen des Behandlungsbekkens, als auch das portionsweise Durchlüften der Biofilme durch schöpfendes Herausheben eines Teiles der Aufwuchstauchkörper aus dem Wasser in die Atmosphäre gemäß Anspruch 7 bis 10 statt.

Die höhere Biomassekonzentration ermöglicht die Verkleinerung der Reaktionsräume und des Nachklär-volumens. Es wird eine hohe Prozeßstabilität gegenüber schwankenden Zulaufbedingungen durch gleichmäßige Verteilung der Biomasse auf dem Trägermaterial erreicht. Die Nitrifikation und simultane Denitrifikation im Biofilm wird unterstützt durch anoxische Teilzonen und intermittierende Belüftung. Durch die Anreicherung des Biofilms mit langsam wachsenden Organismenarten kommt es zur weiteren Elimination schwer abbaubarer organischer Stoffe. Die Bläh- und Schwimmschlammbildung wird somit gering gehalten.

Der biologisch entstehende Klärschlamm ist mengenmäßig reduziert gegenüber dem biologischen Über-schüßschlamm eines Belebtschlammssystems mit ausschließlich suspendierten Flocken der Mikroorganismen. Er genügt bei Schlammstabilisierung den Anforde-ungen an eine landwirtschaftliche Klärschlammver-wertung.

Ein weiterer Vorteil der erfundungsgemäßen Vorrich-tung ist die unproblematische extensive Erweiterung von bestehenden Anlagen durch die Gestaltung beliebig großer Abwasserbehandlungsbecken in horizontaler Richtung (hintereinander, nebeneinander) im Gegen-satz zu Vorrichtungen, die an vertikale Abwasserströme gebunden sind und somit durch die Bauhöhe technisch und ökonomisch eingeschränkt sind.

Das Schlammalter ist durch Trägerfixierung erhöht und Nitrifikanten können besser wachsen, woraufhin die Reinigungsleistung steigt und die Verweilzeiten des Abwassers verkürzt werden.

Die Erhöhung des sauerstoffzehrenden Flächenanteils hat zur Folge, daß im Übergangsbereich von oxi-scher zu anoxischer Betriebsweise analog zum Verfah-ren der simultanen aeroben Schlammstabilisierung ge-arbeitet werden kann. In den anoxischen Teilzonen wird die Denitrifikation, die simultane Schlammstabilisierung und biologische Phosphorelimination des Belebungsvo-lumens erweitert und gezielt gefördert. Ein weiterer Vorteil der Erfahrung ist die einfache Erweiterung der Kapazität bestehender Anlagen durch Integration der neu entwickelten Komponenten und die wirkungsvolle Elimination der Stickstoff- und Phosphorverbindungen.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Er-fundung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschrei-bung von Ausführungsbeispielen mit Bezugnahme auf

die zugehörigen Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 Abwasserbehandlungsbecken mit Paddeln

Fig. 2 Abwasserbehandlungsbecken mit zwei Zonen, verschiedenen Aufwuchstauchkörpern und Paddeln und zusätzlicher Belüftungseinrichtung

Fig. 3 Schematische Darstellung eines Abwasserbe-handlungsbeckens mit 3 Zonen

Fig. 4 Schnittdiagramm von Paddeln.

Eine Einbeckenanlage zur intensivierten biologischen

10 Abwasseraufbereitung mit Hilfe von frei beweglichen Aufwuchstauchkörpern 2, mechanischer Durchmis-chung 3, 7 und zonalem Belebtschlammanteil 6 in ei-nem mit Abwasser 4 gefülltem Reaktionsraum geht aus den Fig. 1 hervor. Die Mischeinrichtung 7 kann mit Pad-

15 dein 3, die verschiedene Profile besitzen können, bei-spielsweise nach Fig. 4, ausgeführt sein. Die Einbecken-anlage kombiniert die Hoch- und Schwachlaststufe der Abwasseraufbereitung und wird mit oder ohne (in der dargestellten Anlage) zusätzlicher Belüftung über den

20 Boden ausgeführt. Die Aufwuchstauchkörper 2 beste-hen aus Xylith, ein Naturstoff in Form fossiler Pflanzen-reste, die als Abprodukt bei der Braunkohlenförderung anfallen und preiswert verfügbar sind und besonders Nitrifikanten immobilisieren. Die weiterhin in Fig. 1 ein-25 getragenen Bezugssymbole 1 und 5 stehen für das Ab-wasserbehandlungsbecken 1 bzw. für die Rückhaltevor-richtung 5.

Eine Anlage in der Kombination von Mischeinrich-tung 7 mit Paddeln 3 und frei beweglichen Aufwuchs-tauchkörpern 2 sowie Belebtschlammanteil 6 ist in Fig. 2 dargestellt. In getrennten Reaktionsräumen, die jeweils eine Mischeinrichtung 7 mit Paddeln 3 aufwei-sen, werden spezifische Mikroorganismen immobilisiert. Das Abwasserbehandlungsbecken 1 ist durch eine

30 Trennwand 10 in zwei Zonen 8 und 9 geteilt, die am Boden des Abwasserbehandlungsbeckens durch Öff-nungen miteinander in Verbindung stehen. Als Boden-rückhaltevorrichtung 12 für Aufwuchstauchkörper 2 wirkt ein siebartiger Einbau, welcher durch eine speziell

40 gerichtete Lufteintragsdüse 13 von Verstopfungen frei-gehalten wird. Die Zonen werden durch Mischeinrich-tungen 7, welche sowohl als Paddel 3, als auch als andre

45 rotierende Tauchkörper ausgeführt sein können, durch-mischt Am geometrischen äußeren Umfang der Mischeinrichtungen sind Bürsten bzw. Abstreifer 14 installiert, um die Rückhaltevorrichtung 5 von Aufwuchstauchkö-pfern 2 freizuhalten. Die Rückhaltevorrichtung 5 ist in diesem Ausführungsbeispiel als Tauchwand ausgeführt. Für eine zusätzliche Belüftung bzw. den Luftsauerstoff-eintrag sind Belüftungseinrichtungen 11 am Boden des Abwasserbehandlungsbeckens 1 vorgesehen. Der Ein-trag von Luftsauerstoff wird zellenspezifisch über Ver-dichter geregelt.

Die Schaffung optimaler spezifischer Lebensbedin-gungen für die Mikroorganismen in den Reaktionszel-55 len zum Schmutzfracht- und Nährstoffabbau ist durch die Variation des Trägermaterials, dessen Anteil am Ge-samtvolume und dem Sauerstoffeintrag durch Ver-dichter und/oder mechanischer Umwälzung gegeben.

Dabei wird die Sauerstoffzufuhr zu den Aufwuchsflä-60 chen der Aufwuchstauchkörper 2 durch das Herausheben derselben bzw. die schöpfende Wirkung der Paddel (Schöpfprofile) 3 erreicht. Das Herausheben der Auf-wuchstauchkörper 2 und das anschließende Untertauchen an einer anderen Stelle der jeweiligen Zone 8, 9 gewährleistet einen intensivierten Belüftungseffekt. Ei-ne bessere Sauerstoffausnutzung wird außerdem durch die sich zusammenballenden und zu einem losen, flächi-

gen Verbund zusammenwachsenden Aufwuchstauchkörper 2 durch das Zurückhalten und Behinderen des Aufwuchstauchkörpern der am Boden über die Belüftungseinrichtungen 11, 13 eingetragenen Luftblasen ermöglicht.

Als Aufwuchstauchkörper 2 werden in der ersten Zone 8 Körper aus HDPE-Rec, einem Kunststoffrecyclingmaterial mit strukturierter Oberfläche und in der zweiten Zone 9 Körper aus Xylith eingesetzt. Die Materialauswahl für die Aufwuchstauchkörper 2 unterstützt in den Zonen die Nitrifikation, Denitrifikation und Schlammbestabilisierung.

Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung eine 3-stufigen Abwasserbehandlungsanlage. Auf zwei Zonen 8, 9 mit über die ganze Höhe arbeitenden Mischeinrichtungen 7 folgt eine Zone 15 mit zwei gegenläufigen, intensiv an der Flüssigkeitsoberfläche Luftsauerstoff eintragenden Mischeinrichtungen 7.

#### Bezugszeichenliste

1 Abwasserbehandlungsbecken	20
2 frei bewegliche Aufwuchstauchkörper	
3 Paddel (Schöpfprofile)	
4 Abwasser	
5 Rückhaltevorrichtung für frei bewegliche Aufwuchstauchkörper	25
6 Belebtschlammanteil	
7 Mischeinrichtungen	
8 Zone 1	
9 Zone 2	30
10 Trennwand	
11 Belüftungseinrichtungen	
12 Bodenrückhaltevorrichtung	
13 Luftpfeifdüse	
14 Bürste / Abstreifer	35
15 Zone 3	

#### Patentansprüche

- Vorrichtung zur intensivierten biologischen Abwasseraufbereitung, wobei zur Abwasseraufbereitung frei bewegliche Aufwuchstauchkörper (2) als Biofilmträger bzw. Aufwuchsfäden gemeinsam mit einem Belebtschlammanteil (6) vorhanden sind, und eine Mischeinrichtung (7) mit Elementen (3) zum zusätzlichen schöpfenden Herausheben eines Teiles der Aufwuchstauchkörper (2) vorgesehen ist und die frei beweglichen Aufwuchstauchkörper (2) eine besiedlungsfreundliche Oberfläche für die Immobilisation von zonenspezifischen Mikroorganismen im Abwasserbereich (4) aufweisen.
- Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die frei beweglichen Aufwuchstauchkörper (2) aus Xylith bestehen und Nitrifikanten bevorzugt immobilisieren.
- Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die frei beweglichen Aufwuchstauchkörper (2) aus Kunststoffrecyclingmaterial mit strukturierter Oberfläche, Hochdruckpolyethylen HDPE-REC, bestehen.
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufwuchstauchkörper (2) durch einen geringen Dichteunterschied zum Abwasser (4) bei relativer Gleichverteilung der schwimmenden Aufwuchstauchkörper (2) in den gewünschten Zonen des Behandlungsbeckens darin schwimmend und/oder schwimmend angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Abwasserbehandlungsbecken (1) durch eine Trennwand (10) in mindestens zwei Zonen (8, 9) geteilt ist, die am Boden des Abwasserbehandlungsbeckens (1) durch Öffnungen miteinander in Verbindung stehen und in den Zonen (8, 9) Mischeinrichtungen vorhanden sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufwuchstauchkörper (2) in der ersten Zone (8) aus HDPE-REC und in der zweiten Zone (9) aus Xylith bestehen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischeinrichtung (7) Paddel (3) enthält, wobei die Paddel so angeordnet und gestaltet sind, daß sich während des Mischvorganges die Aufwuchstauchkörper (2) zeitweise innerhalb und außerhalb des Abwassers (4) befinden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Paddel aus perforierten und wasserdurchlässigen Flächen oder flächigen Formkörpern bestehen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die wasserdurchlässigen Flächen als Lochbleche ausgeführt sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Paddel in unterschiedlichem Abstand vom Mittelpunkt der rotierenden Mischeinrichtung (7) starr oder beweglich angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie zonale Misch- (7) und Trenneinrichtungen (10) für die frei beweglichen Aufwuchstauchkörper (2) enthält.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß für eine zusätzliche Belüftung Belüftungseinrichtungen (11) am Boden des Abwasserbehandlungsbeckens (1) vorgesehen sind, wobei der Eintrag von Luftsauerstoff über Verdichter zonenspezifisch regelbar ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

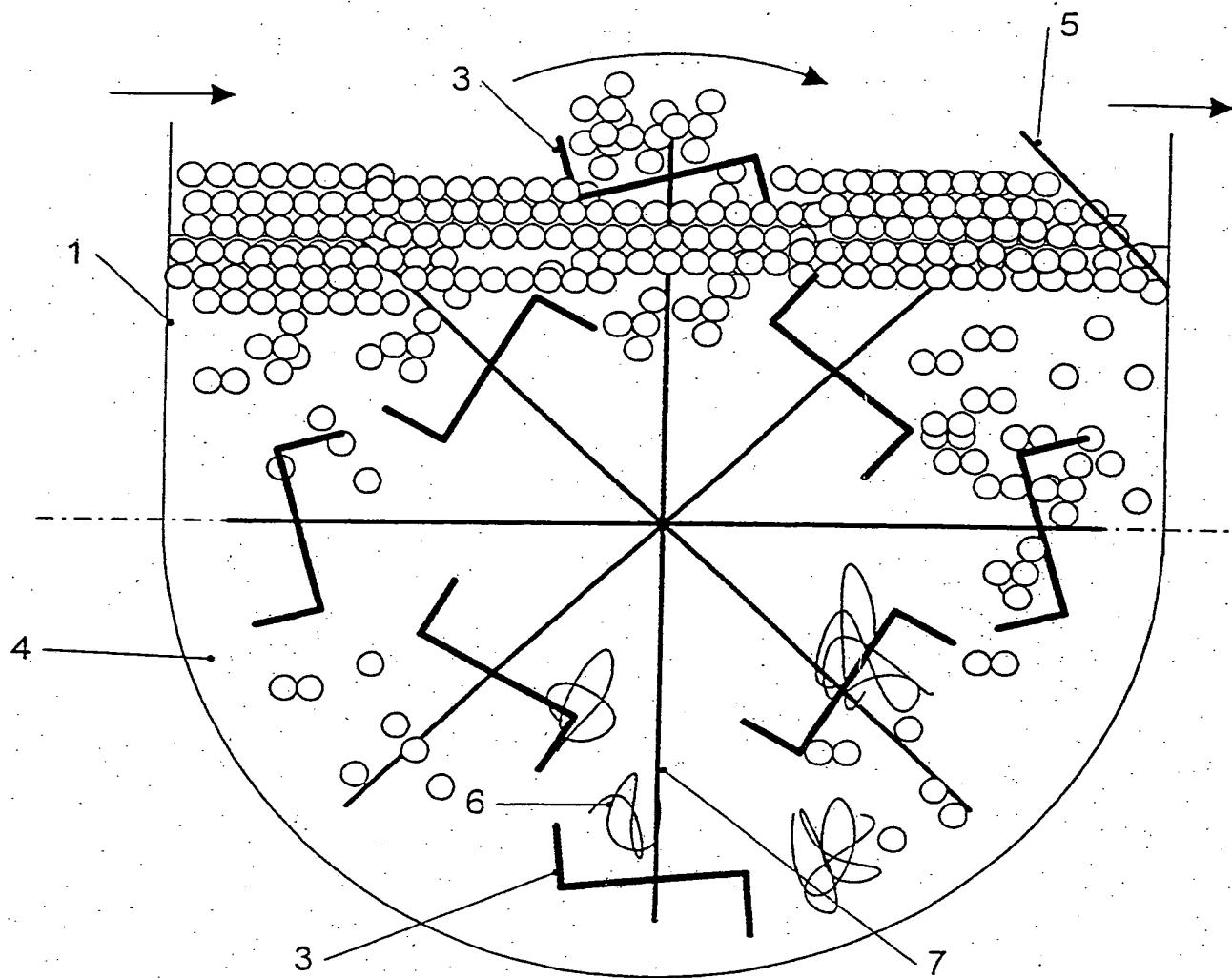


Fig. 1

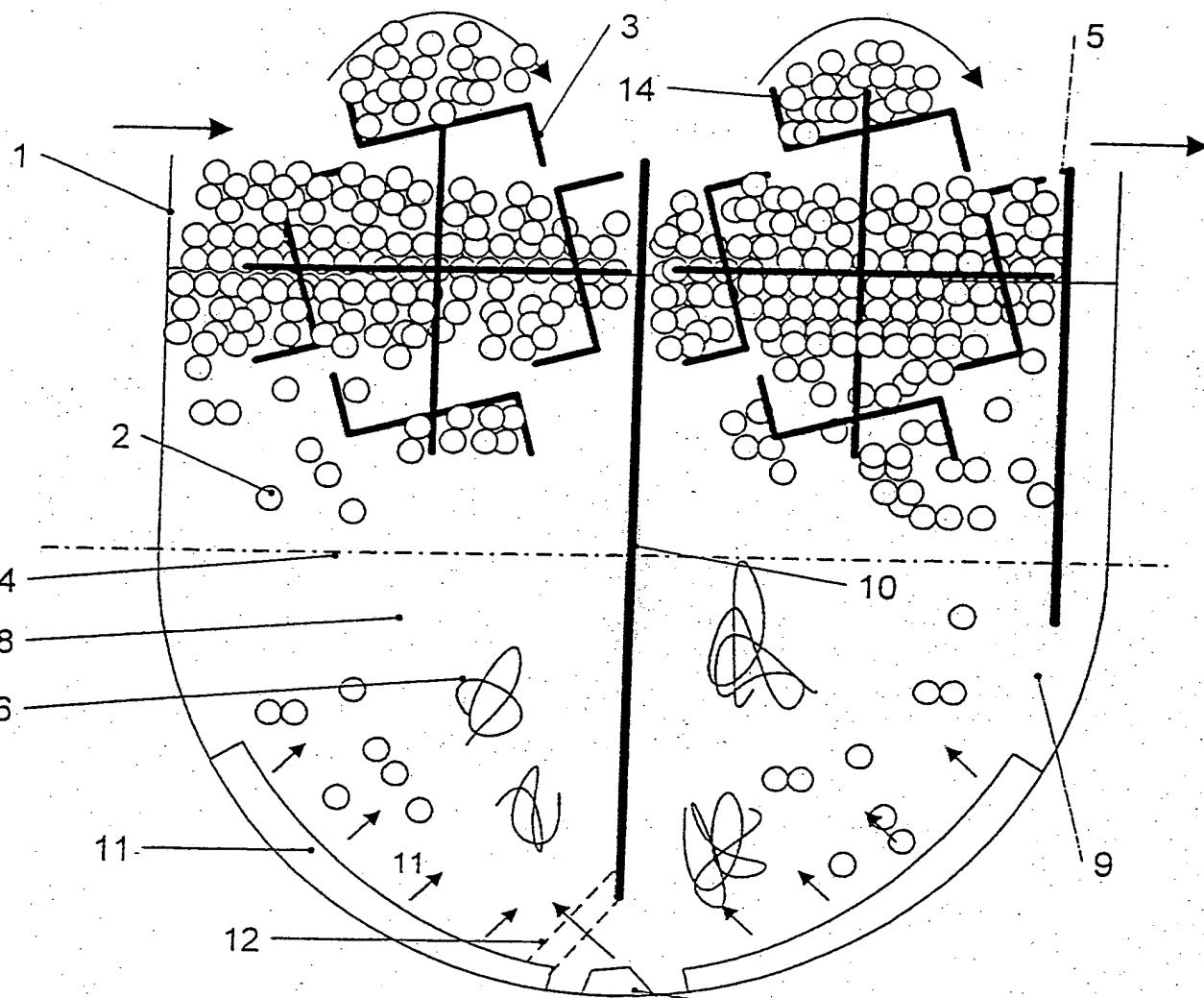
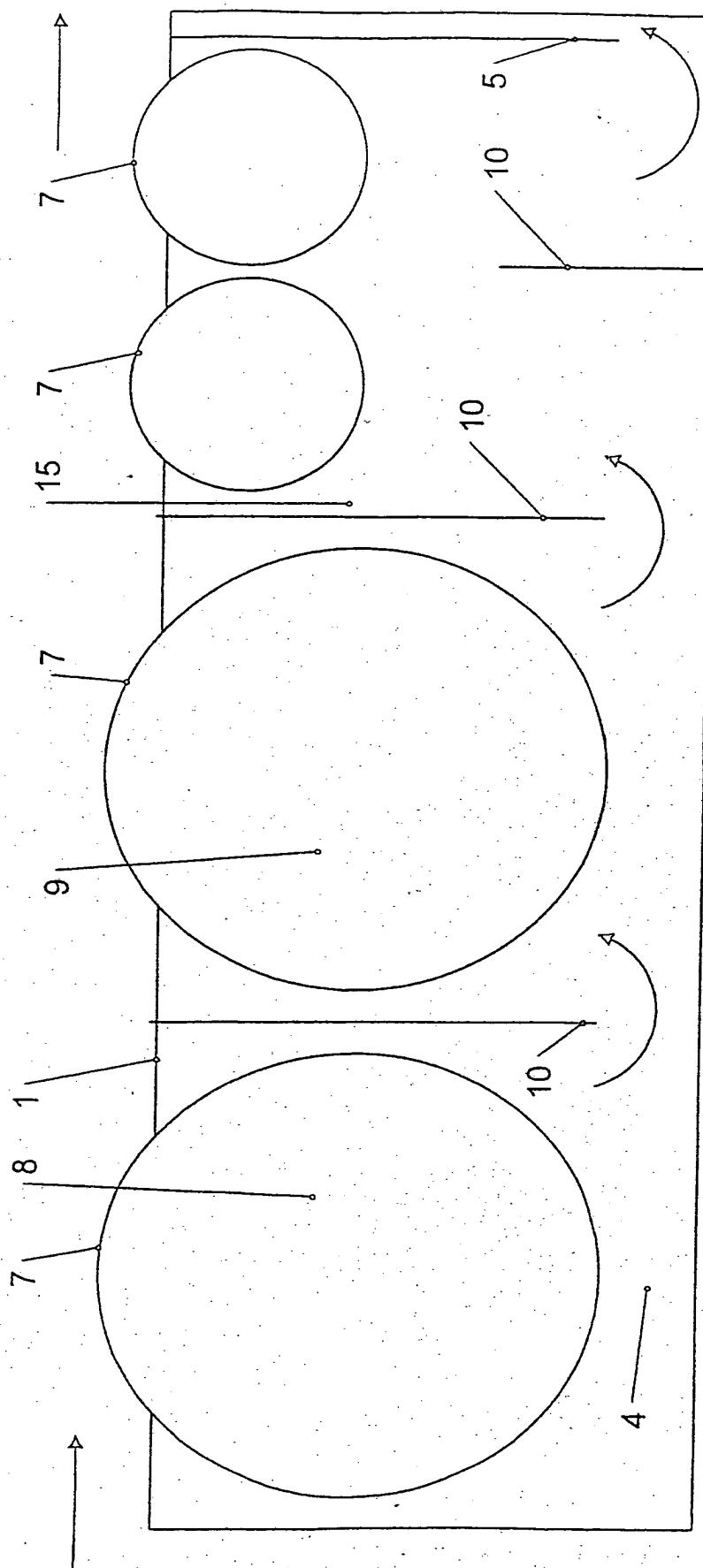


Fig. 2

12. März 1998



3  
Fig

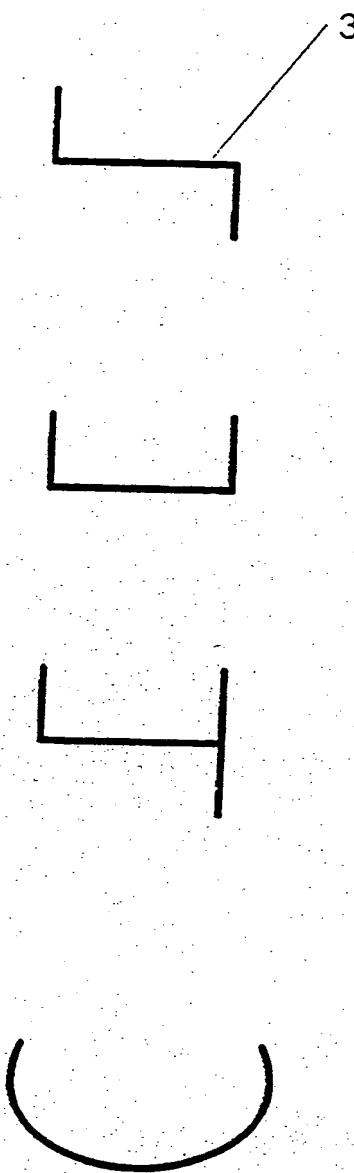


Fig. 4